



#4  
03C0

Docket No.: KYOW-900-(US)  
(PATENT)

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:  
Koichi Nitta, et al.

Serial No.: 09/603118

Group Art Unit: N/A

Filed: June 22, 2000

Examiner: Not Yet Assigned

For: SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING  
ELEMENT.

**TRANSMITTAL LETTER**

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, DC 20231

Dear Sir:

Enclosed are the following items for filing in connection with the above-referenced Patent Application:

1. Certified Copies of Foreign Priority Documents.

Japan 1999-11-176795

Japan 2000-179591

The Commissioner is hereby authorized to charge any deficiency in the fees filed, asserted to be filed or which should have been filed herewith (or with any paper hereafter filed in this application by this firm) to our Deposit Account No. 12-1420, under Order No. KYOW-900-(US). A duplicate copy of this paper is enclosed..

Dated: September 13, 2000

Respectfully submitted,

By Ronald L. Yin by HCL  
Ronald L. Yin  
Registration No.: 27,607

Attorneys for Applicant

CERTIFICATE OF MAILING	
I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to: Assistant Commissioner for Patents,	
Washington, DC 20231 on	<u>Sept. 13, 2000</u>
LIMBACH & LIMBACH, L.L.P.	
Dated: <u>9/13/2000</u>	By: <u>Theresa Dean</u>
Name	



日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年 6月23日

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第176795号

出 願 人

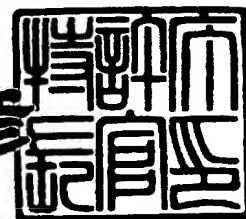
Applicant (s):

株式会社東芝

2000年 3月 3日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特2000-3013750



特平 11-176795

【書類名】 特許願

【整理番号】 11970401

【提出日】 平成11年 6月23日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01S 3/096

【発明の名称】 半導体発光素子

【請求項の数】 3

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝  
マイクロエレクトロニクスセンター

【氏名】 新 田 康 一

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝  
マイクロエレクトロニクスセンター

【氏名】 岡 崎 治 彦

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝  
マイクロエレクトロニクスセンター

【氏名】 渡 辺 幸 雄

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区堀川町 7 2 番地

【氏名又は名称】 株式会社 東 芝

【代理人】

【識別番号】 100064285

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐 藤 一 雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100088889

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋 谷 英 俊

【選任した代理人】

【識別番号】 100082991

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐 藤 泰 和

【選任した代理人】

【識別番号】 100096921

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉 元 弘

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 004444

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体発光素子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体基板と、

前記半導体基板上に金属材料を用いて形成され、光を反射する反射層と、

前記反射層上に形成され、発光する発光層と、

前記発光層上に形成され、透光性を有する透光性電極と、

を備えたことを特徴とする半導体発光素子。

【請求項 2】

前記透光性電極は、ITO (Indium Tin Oxide) 膜を用いて形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の半導体発光素子。

【請求項 3】

前記発光層は、活性層の両面をクラッド層で挟持したダブルヘテロ構造を有することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の半導体発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体発光素子に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、屋外ディスプレイ装置や自動車用表示器等において、半導体発光素子が幅広く用いられている。

【0003】

従来の半導体発光素子の構成を図 9 に示す。n 型 GaAs 基板 201 の表面上に、n 型 GaAs バッファ層 202、InGaAlP 及び GaAs から成りブラッグ反射効果を利用して光を反射する n 型 DBR (distributed Bragg Reflector) 反射層 203、InGaAlP から成る n 型クラッド層 204、活性層 205、InGaAlP から成る p 型クラッド層 206、AlGaAs から成る p 型ウ

インドウ層 207、p 型 GaAs コンタクト層 208 が順に形成されている。

【0004】

そして、n 型 GaAs 基板 201 の裏面側に n 型電極 209、p 型 GaAs コンタクト層 208 上に p 型電極 210 を形成して発光素子に電力を供給し、活性層 205 において発光を実現する。活性層 205 から図中下方向へ向けて発生した光は反射層 203 によって反射され、上方向に発生した光と共にウィンドウ層 207 を介して素子の上方へ放射される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、従来の半導体発光素子には次のような問題があった。

【0006】

活性層 205 から下方向へ向けて発生した光のうち、反射層 203 に向かって垂直に進む光は基板 201 で吸収されること無く反射層 203 で反射されて、有効に外部に取り出すことができる。

【0007】

ところが、反射層 203 に向かって斜め角度を持って進む光に対しては、反射層 203 の反射率が極端に低く、活性層 205 の発光を全て外部へ取り出すことができなかった。

【0008】

本発明は上記事情に鑑み、発光層から発生した光を効率良く外部へ取り出すことが可能な半導体発光素子を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明の半導体発光素子は、半導体基板と、前記半導体基板上に金属材料を用いて形成され、光を反射する反射層と、前記反射層上に形成され、発光する発光層と、前記発光層上に形成され、透光性を有する透光性電極とを備えたことを特徴とする。

【0010】

ここで、前記透光性電極は ITO 膜を用いて形成されていてもよい。

【0011】

また、前記発光層は、活性層の両面をクラッド層で挟持したダブルヘテロ構造を有することが望ましい。

【0012】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の一実施の形態について図面を参照して説明する。

【0013】

本発明の第1の実施の形態による半導体発光素子の構成を図1に示す。

【0014】

p型シリコン基板101の表面上に、Au/Znから成るp型電極102及び103、p型GaAsコンタクト層104、 $\text{In}(x')\text{Ga}(y')\text{Al}(1-x'-y')$ Pから成るp型クラッド層105、 $\text{In}(x'')\text{Ga}(y'')\text{Al}(1-x''-y'')$ Pから成る活性層106、 $\text{In}(x''')\text{Ga}(y''')\text{Al}(1-x'''-y''')$ Pから成るn型クラッド層107、n型GaAsコンタクト層108、ITO透光性電極109、ボンディング用Cr/An電極110が順に形成されている。そして、基板101の裏面側にp型電極111を形成し、電極110及び111間に電圧を印加して発光素子に電力を供給し、活性層106において発光を実現する。

【0015】

このような構成によれば、活性層106から発生した光のうち、図中上方向に発光したものは透光性を有するクラッド層107及び薄膜のGaAsコンタクト層108を透過する。そして、透光性電極109を透過して外部に放射される。

【0016】

活性層106から下方向へ向けて発光した光は、クラッド層105及び薄膜のコンタクト層104を透過し、反射層として作用する電極103によって反射され、素子の上方へ向けて放射されて外部へ取り出される。

【0017】

ここで、電極103は従来の反射層と異なり、金属材料で形成されている。このため、入射角度に対する反射率の変化が極めて小さく、ほぼ全反射を行うこと

ができるので、効率良く光を取り出すことが可能である。

【0018】

n型およびp型コンタクト層をInGaP又はInGaAlP材料に変えることで、クラッド層とのバンドギャップ差が減少し、動作電圧をさらに低減することが可能となる。

【0019】

また、透光性電極109の上面に金属から成る電極110を設けることで、透光性電極109が活性層106に与える応力歪を緩和することができるので、信頼性が向上する。

【0020】

さらに、p型電極103を、透明導電膜とAlまたはAgを含む金属との層構造にすることで、反射率を高くすることができ、発光素子の光出力が増加する。

【0021】

次に、本発明の第2の実施の形態について図2を用いて説明する。Al基板301表面上に、SnPbから成る半田層302、Au/Znから成るp型電極303、厚さ500オングストローム、キャリア濃度 $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ のp型GaAsコンタクト層304、厚さ $2 \mu\text{m}$ 、キャリア濃度 $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ の $\text{In}(x')\text{Ga}(y')\text{Al}(1-x'-y')\text{P}$  ( $0 \leq (x', y') \leq 1$ ) から成るp型クラッド層305、 $\text{In}(x'')\text{Ga}(y'')\text{Al}(1-x''-y'')$  ( $0 \leq (x'', y'') \leq 1$ ) から成る活性層306、厚さ $1.5 \mu\text{m}$ 、キャリア濃度 $3 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ の $\text{In}(x''')\text{Ga}(y''')\text{Al}(1-x'''-y''')$  ( $0 \leq (x''', y''') \leq 1$ ) から成るn型クラッド層307、厚さ500オングストローム、キャリア濃度 $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ のn型GaAsコンタクト層308、ITO (Indium Tin Oxide) 透光性電極309、ボンディング用Cr/An電極310が形成されている。

【0022】

本実施の形態における構造によれば、Al基板301上に活性層306及びクラッド層305及び307から成るダブルヘテロ構造の発光層が設けられている。このため、活性層306で発生した熱がAl基板301を介して放熱される。



この結果、摂氏100度の高温においても光の発光出力が低下することなく動作が可能である。

#### 【0023】

ここで、クラッド層305及び307の組成( $x'$ 、 $x''$ 、 $y'$ 、 $y''$ )及び活性層306の組成( $x''$ 、 $y''$ )を、クラッド層305及び307のバンドギャップが活性層306のバンドギャップより大きくなるように調整することで、発光に寄与する電子と正孔の密度とを十分に高くすることが可能であり、光出力が向上する。また、活性層306を数10オングストロームの井戸層と、数10オングストロームの障壁層から成る単一量子井戸構造あるいは多重量子井戸構造にすることで、低電流でかつ高い光出力を得ることができる。さらに、活性層306の組成を変えることで、赤色から緑色までの発光が可能となる。また、n型およびp型コンタクト層を、InGaP又はInGaAlPにすることで、コンタクト層に光が吸収されることなく、取り出すことができる。

#### 【0024】

次に、本発明の第3の実施の形態について、図3を用いて説明する。n型シリコン基板401の下面及び上面にAu/Geから成るn型電極411及び402が形成され、n型電極402の表面上に、Au/Ni/Auから成るp型電極403、p型GaNコンタクト層404、AlGaNから成るp型クラッド層405、InGaNから成る活性層406、AlGaNから成るn型クラッド層407、n型GaNコンタクト層408、ITO透光性電極409、ボンディング用Cr/An電極410が形成されている。

#### 【0025】

この実施の形態によれば、ITO透光性電極409によって電流が広がって活性層406全体に注入されるので、活性層406の全域を発光させることができる。そして、活性層406より上方へ向けて発生した光は、透光性のあるクラッド層407を透過し、コンタクト層408及び電極409をさらに透過して外部へ放射される。また活性層406より下方へ向けて発生した光は、クラッド層405、コンタクト層404を透過した後、p型電極403で全反射された後、上方へ向けて放射され、外部へ取り出される。

## 【0026】

反射層としての電極403が金属から成るため、光を内部吸収することなく全反射し、効率良く光を外部へ取り出すことが可能である。電極403は、Al、Agを含む金属にすることでさらに反射率が増加し、光出力が向上する。

## 【0027】

ここで、クラッド層は $\text{In}(x_1)\text{Ga}(y_1)\text{Al}(1-x_1-y_1)\text{N}$ 材料でもよく、組成 $x_1$ 、 $y_1$ を変えることでバンドギャップを制御することができる。さらに、活性層406も同様に、 $\text{In}(x_2)\text{Ga}(y_2)\text{Al}(1-x_2-y_2)\text{N}$ 材料であってもよく、組成 $x_2$ 、 $y_2$ を変えることで、赤外から紫外までの発光を実現することができる。特に、クラッド層と活性層の格子定数を同じにすることで、低電流で高輝度が実現できる。紫外では、ITO透光性電極409の厚さを数100オングストロームに薄くし、あるいは数10Åの薄膜金属を用いることで、さらに光出力が高めることができる。

## 【0028】

次に、本発明の第4の実施の形態として、上記第1の実施の形態による半導体発光素子を製造する方法について、図4～図8を用いて説明する。

## 【0029】

図4に示されたように、MOCVD法又はMBE法を用いて、GaAs基板10上にGaAsバッファ層11、InGaAlP選択エッチング層12、n-GaAsコンタクト層108、n-InGaAlPクラッド層107、InGaAlPから成る活性層106、InGaAlPクラッド層105、p-GaAsコンタクト層104を順次成長して形成する。

## 【0030】

次に、図5に示されたように、コンタクト層104の表面上にp型電極103を形成した後、p型電極103を、予め上面及び下面にp型電極102及び11を形成したp型シリコン基板101に対して、SnPb等の半田層13を介して接着する。

## 【0031】

選択エッチング層12を残してウェーハの端面をワックスでカバーした後、図

6に示されたように、リン酸または硫酸を用いて選択エッチング層12をエッチングで除去する。ここで、リン酸または硫酸の温度を高くすることで、容易にエッチング除去を行うことができる。

#### 【0032】

次に、図7に示されたように、コンタクト層108の表面上に透光性電極109、ボンディング用電極110を形成する。そして、スクライブ又はダイシングを行って複数のチップに分割する。

#### 【0033】

図8に示されたように、フレーム1あるいは基板上に、Agペースト4等を用いてLEDチップ2を搭載した後、Au線3を用いてLEDチップ2とフレーム1又は基板との間でボンディング接続を行う。そして、LEDチップ2及びAu線3を覆うように、樹脂モールド5を形成する。

#### 【0034】

上述した実施の形態はいずれも一例であり、本発明を限定するものではない。例えば、基板としてp型シリコンあるいはn型シリコン基板以外のものを用いてもよい。Cu、Fe、Al、ステンレス等の金属材料から成る基板を用いた場合には、放熱効果が極めて大きく、数10A等の大電流を流す場合にも発熱による光出力の飽和が発生せず、摂氏100度の雰囲気温度においても動作が可能である。

#### 【0035】

また、上記実施の形態では、電極102と電極103とを直接接触させている。しかし、両電極102、103の間にIn、Ag、Ni、Cr等の材料を用いた中間層を介在させてもよい。この場合には、活性層の熱歪を低減することができるので、信頼性の向上が可能である。

#### 【0036】

p型コンタクト層とp型クラッド層との間に、両者のバンドギャップの中間に位置する歪緩和層を設けることにより、電流注入が原因となってヘテロ界面から発生する転位を阻止することができる。この場合、歪緩和層にInを含ませることにより、結晶構造が柔らかくなり転位の増殖を抑制することができる。

【0 0 3 7】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、金属材料で形成された反射層を用いることで、反射層への入射光の角度に依存することなく高い反射率を得ることができ、素子内部で発生した光を効率良く外部へ取り出すことが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施の形態による半導体発光素子の構成を示した縦断面図。

【図 2】

本発明の第 2 の実施の形態による半導体発光素子の構成を示した縦断面図。

【図 3】

本発明の第 3 の実施の形態による半導体発光素子の構成を示した縦断面図。

【図 4】

本発明の第 4 の実施の形態による半導体発光素子の製造方法の一工程における素子の縦断面を示した縦断面図。

【図 5】

同半導体発光素子の製造方法における図 4 に示された工程に続く工程の素子の縦断面を示した縦断面図。

【図 6】

同半導体発光素子の製造方法における図 5 に示された工程に続く工程の素子の縦断面を示した縦断面図。

【図 7】

同半導体発光素子の製造方法における図 6 に示された工程に続く工程の素子の縦断面を示した縦断面図。

【図 8】

同半導体発光素子の製造方法における図 7 に示された工程に続く工程の素子の縦断面を示した縦断面図。

【図 9】

従来の半導体発光素子の構成を示した縦断面図。

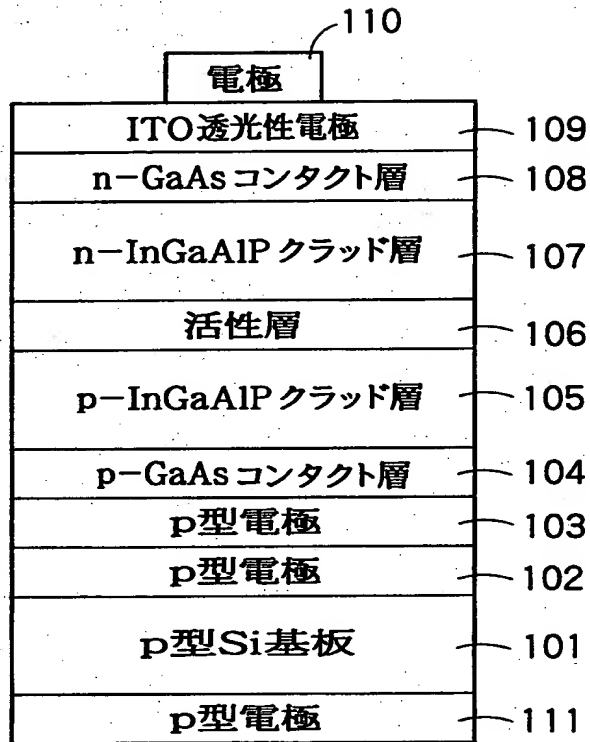
【符号の説明】

- 1 フレーム
- 2 LEDチップ
- 3 Au線
- 4 Agペースト
- 5 樹脂モールド
- 10 GaAs基板
- 11 GaAsバッファ層
- 12 InGaAlPエッチング層
- 101 p型シリコン基板
- 102、103、111、303 Au/Znから成るp型電極
- 104、304 p型GaAsコンタクト層
- 105、305  $\text{In}(x')\text{Ga}(y')\text{Al}(1-x'-y')$  Pから成るp型クラッド層
- 106、306  $\text{In}(x'')\text{Ga}(y'')\text{Al}(1-x''-y'')$  Pから成る活性層
- 107、307  $\text{In}(x''')\text{Ga}(y''')\text{Al}(1-x'''-y''')$  Pから成るn型クラッド層
- 108、308 n型GaAsコンタクト層
- 109、309、409 ITO透光性電極
- 110、310、410 ボンディング用Cr/An電極
- 13、302 半田層
- 401 n型シリコン基板
- 402、411 n型電極
- 404 p型GaNコンタクト層
- 408 n型GaNコンタクト層
- 403 p型電極
- 405 AlGaNから成るp型クラッド層
- 406 InGaNから成る活性層

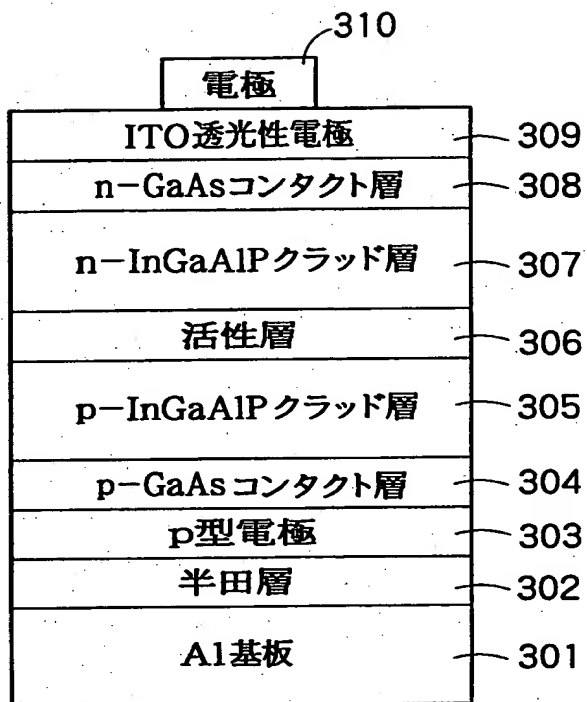
407 AlGa<sub>N</sub>から成るn型クラッド層

【書類名】 図面

【図 1】

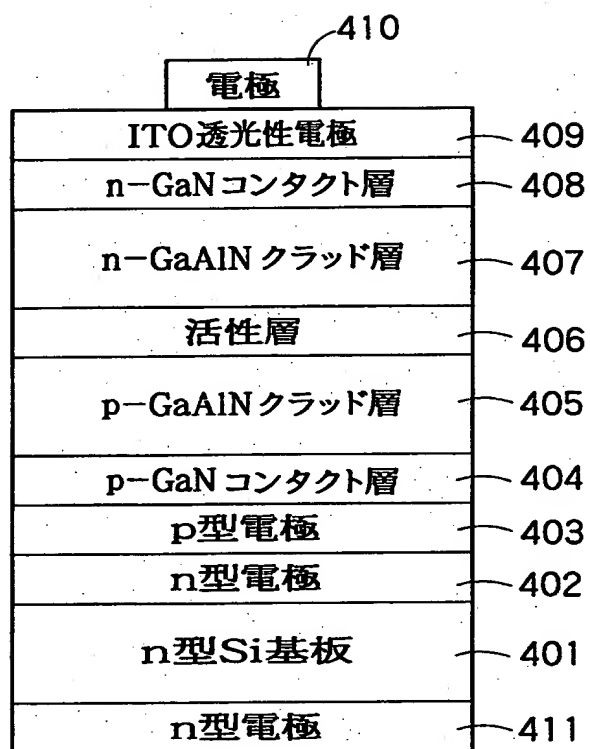


【図 2】





【図 3】



【図4】

p-GaAs コンタクト層	104
p-InGaAlP クラッド層	105
活性層	106
n-InGaAlP クラッド層	107
n-GaAs コンタクト層	108
InGaAlP エッチング層	12
GaAs バッファ層	11
GaAs 基板	10

【図 5】

p型電極	111
p型Si基板	101
p型電極	102
半田層	13
p型電極	103
p-GaAs コンタクト層	104
p-InGaAlP クラッド層	105
活性層	106
n-InGaAlP クラッド層	107
n-GaAs コンタクト層	108
InGaAlP エッチング層	12
GaAs バッファ層	11
GaAs 基板	10

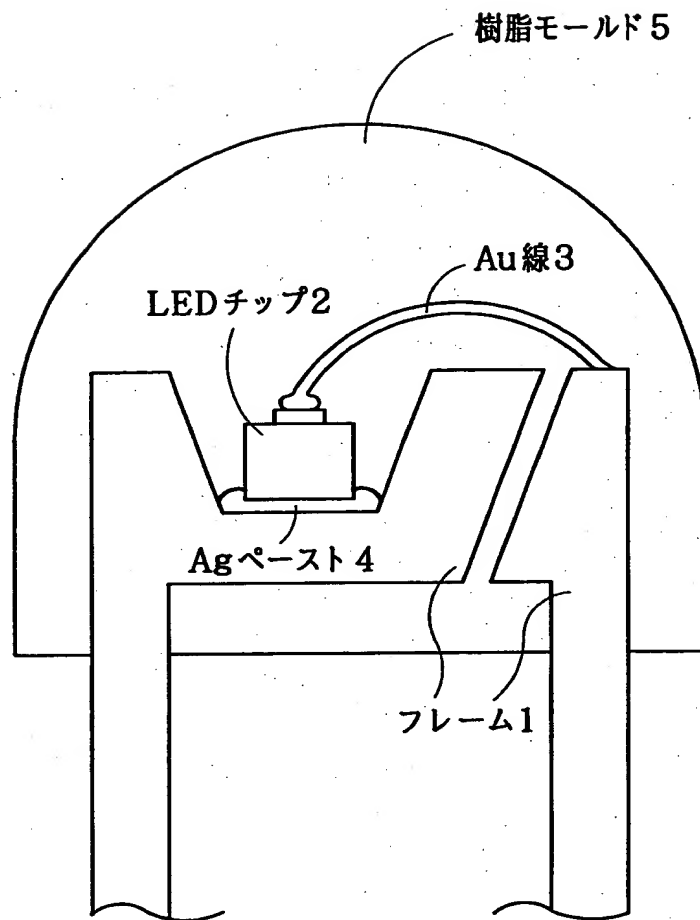
【図 6】

p型電極	111
p型Si基板	101
p型電極	102
半田層	13
p型電極	103
p-GaAs コンタクト層	104
p-InGaAlP クラッド層	105
活性層	106
n-InGaAlP クラッド層	107
n-GaAs コンタクト層	108
GaAs バッファ層	11
GaAs 基板	10

【図 7】

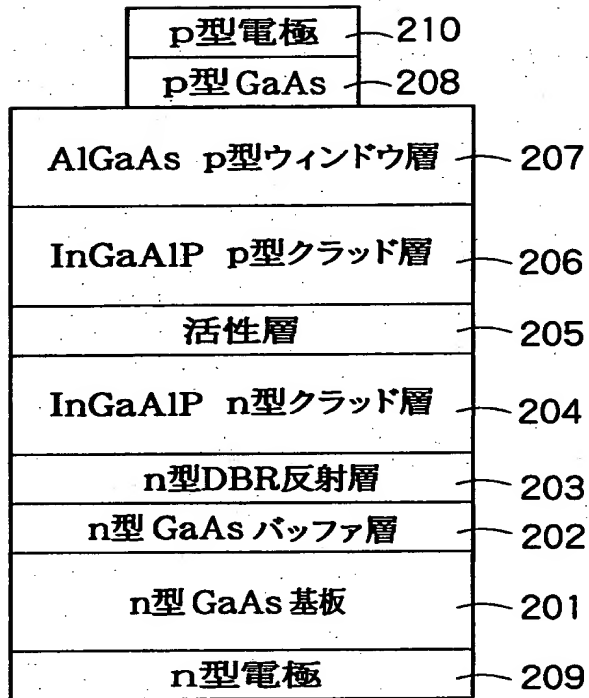
p型電極	111
p型Si基板	101
p型電極	102
半田層	13
p型電極	103
p-GaAs コンタクト層	104
p-InGaAlP クラッド層	105
活性層	106
n-InGaAlP クラッド層	107
n-GaAs コンタクト層	108
ITO透光性電極	109
電極	110

【図 8】





【図 9】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 発光層から発光された光を効率良く外部へ取り出すことが可能な半導体発光素子を提供する。

【解決手段】 活性層 1 0 6 から発生した光のうち、図中下方へ向かって進む光が、反射層として作用する電極 1 0 3 によって反射され、上方へ向かって進行して外部へ放射される。ここで、電極 1 0 3 は金属から成るので、入射角度にかかわらず光をほぼ全反射し、高い効率で光を取り出すことを可能にする。

【選択図】 図 1





出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日	1990年 8月22日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
氏 名	株式会社東芝